

氏 名	はる 治 多 しん 伸 すけ 介
学位(専攻分野)	博 士 (農 学)
学位記番号	論 農 博 第 1915 号
学位授与の日付	平 成 6 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 2 項 該 当
学位論文題目	鉄ろ材接触曝気方式による生活排水からのリン除去の実験的研究

(主 査)
論文調査委員 教 授 高 橋 強 教 授 丸 山 利 輔 教 授 久 馬 一 剛

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、公共用水域の富栄養化問題を解決するために、農村地域における小規模な生活排水処理施設に適した新しいリン除去方式として「鉄ろ材接触曝気方式」を提言し、その基礎・応用面に関して検討したものである。

「鉄ろ材接触曝気方式」とは、これまで生活排水からの有機物除去のために広く使われている「接触曝気方式」のろ材として、通常使用されているプラスチック製などのろ材にかえて、鉄製のろ材を使用するという方式である。すなわち、鉄製のろ材を浸漬した処理槽に汚水を流入させ、その中で曝気と攪拌を行う。それによって、ろ材表面に着生する微生物の膜の作用によって有機物を分解し、同時に鉄ろ材の腐食に伴って溶出する鉄イオンに汚水中のリンを吸着させ、その化合物を沈殿排除することによりリンを除去するという技術である。

第1編では、富栄養化の現状と生活排水からのリン除去の重要性や、わが国の農村地域での生活排水処理の実態をまとめている。そして、現状の様々なリン除去技術の問題点を検討し、現在農村地域で期待されているリン除去技術の具備すべき条件を導き出し、この研究の背景と課題を明確化している。

第2編は6つの章からなり、「鉄ろ材接触曝気方式」の開発研究の結果をとりまとめている。第1章では、第1編の内容をふまえて「鉄ろ材接触曝気方式」を提案し、化学平衡論の観点からそのリン除去メカニズムの妥当性を検証するとともに、以下の章で述べられる実験的検討で解明すべき具体的な課題設定をしている。

第2章では、3室直列式の曝気槽からなる污水处理実験装置を用い、鉄ろ材を浸漬する室をかえて実験を行い、この方式で長期的に安定してリン除去を達成するためには、汚水中の溶存酸素による鉄の腐食ではなく、微生物膜中に存在する硫酸塩還元菌による腐食を利用することが重要であることなどを明らかにしている。

第3章では、ろ材表面の微生物膜厚を逆洗浄によって制御することによる処理への影響を比較検討するための実験を行い、微生物膜の過度の肥厚化がリン除去率を低下させる大きな要因となること、従って安

定した処理のためには微生物膜の過度の肥厚化を防止することが極めて重要であることを示している。

第4章では、処理槽内の水温を、第5章では処理槽内の流速を変化させた実験によって、この方式のリン除去性能が、一般の処理施設で観察される程度の水温や流速変化の範囲内では特に悪影響を受けないことなどを明らかにしている。

第6章では、処理槽への流入汚水の水質を変化させた実験によって、鉄ろ材に対する有機物の面積負荷量が大きいほどろ材の腐食速度が速くなること、鉄ろ材から溶出する鉄イオン量とリン負荷量のモル比によって、リンの処理水質やリン除去率が予測できることなどを明らかにしている。また、そのモル比と鉄ろ材の単位面積・単位時間あたりの有機物負荷量を指標として、所定のリン除去を達成するために必要な鉄ろ材の浸漬量を決定する方法を開発している。

結言では、研究の成果を要約し、「鉄ろ材接触曝気方式」が簡便かつ安価な方式であり、農村地域における小規模処理施設に適したリン除去技術であると結論するとともに、この方式の今後の発展的課題を述べている。

論文審査の結果の要旨

高度経済成長期以来、公共用水域の水質汚濁問題が顕在化して久しいが、中でも琵琶湖、霞ヶ浦等の閉鎖性水域の富栄養化の進行は、それが地域の農業用水や生活水の重要な部分を占めているだけに、早急に解決しなければならぬ重要な環境問題の一つである。富栄養化の進行は窒素・リン等の栄養塩類を含む排水の流入によるところが大きいですが、特にリンは富栄養化の制限因子として重要な働きをしているといわれている。

現在、農村地域においては農業用水や公共用水の水質保全と農村の生活環境の改善を図ることを目的として農業集落排水施設の整備が行われているが、上記のような理由から農業集落排水においても窒素・リンの除去を含む高度処理技術の開発が急務となっている。本論文は、農業集落排水のような小規模汚水処理に適したリン除去技術の開発を目的としたもので、評価すべき主な点は以下のとおりである。

1. これまでの小規模汚水処理において最もひろく採用されている接触曝気方式の接触ろ材として、プラスチックろ材にかえて鉄製のろ材を用いる「鉄ろ材接触曝気方式」を提言するとともに、室内実験の結果から、本方式における鉄イオンの溶出は水中の溶存酸素による酸素拡散型の腐食によるものと、微生物膜中に存在する硫酸塩還元菌の作用によるバクテリア腐食によるものの2種類があることを見だし、鉄イオンの溶出を安定して継続させるためにはバクテリア腐食を利用することが重要であることを明らかにした。

2. バクテリア腐食では硫酸塩還元菌に有用な栄養基質としての有機物負荷量が増えるほど鉄イオンの溶出速度も増加すること、従って鉄ろ材の浸漬位置は有機物負荷量の大きい処理施設の前段が望ましいことを明らかにした。

3. バクテリア腐食を安定して継続させるためには、鉄ろ材表面近傍に存在する硫酸塩還元菌に有用な栄養基質を十分に供給できる環境条件に保つことが必要で、処理の継続に伴って微生物膜が肥厚化してくるとリン除去率は徐々に低下してくるが、定期的ろ材の逆洗浄を行うことにより安定したリンの除去が

可能であることを確認し、維持管理の重要性を指摘した。

4. 一般の生物処理では、水温や処理槽内での流速の変化により処理性能に影響を受けるが、本方式では通常の範囲内では水温や流速変化の影響はほとんどなく、良好なリン除去が可能であること、また鉄ろ材の浸漬がBOD、SSの除去やアンモニア態窒素の硝化にも悪影響を及ぼすことなく良好な処理が可能であることを確認した。

5. 放流水のリン除去率は、流入リン負荷量に対する鉄イオンのモル比に密接に関係し、また鉄イオンの溶出速度はBOD負荷量に密接に関係していることから、流入リン負荷量に対する鉄イオンのモル比とBOD負荷量を指標として鉄ろ材の必要浸漬量を算定する方法を明らかにした。

以上のように、本論文は、小規模汚水処理に適した新しいリン除去技術としての鉄ろ材接触曝気方式のリン除去メカニズムとその設計法を明らかにしたものであり、農村計画学、農村整備学の発展と水質環境保全並びに農業集落排水の実際面に寄与するところが大きい。

よって、本論文は博士（農学）の学位論文として価値あるものと認める。

なお、平成6年2月16日、論文並びにそれに関連した分野にわたり試問した結果、博士（農学）の学位を授与される学力が十分あるものと認めた。